

ВІДГУК ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертацію Комолова Дмитра Івановича, подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі, за темою “Метод підвищення пропускної здатності закритого відеоканалу для відомчих інфокомунікаційних систем”.

Актуальність теми дисертації

На сьогоднішній день відеоінформаційні послуги займають в інформаційному просторі головну нішу (більше 70 % усього наданого трафіку). Тому, в першу чергу, розвиток цифрової техніки направлено на збільшення пропускної здатності телекомунікаційних систем, зокрема бездротових технологій передачі даних. Аналіз інфокомунікаційних систем показав, що обсяги відеоданих, які потрібно передавати, зростають стрімкіше, в той час як сучасні телекомунікаційні системи мають недостатні характеристики щодо пропускної здатності каналів передачі даних. Внаслідок чого, вимоги до нових відеоінформаційних систем висуваються все більш жорсткі: своєчасність доставки інформації без затримки у часі, необхідна якість одержаних даних без втрати пакетів, забезпечення необхідного рівня безпеки. Недотримання цих вимог може призвести до часткової або повної втрати інформації чи її перехвату, а це є неприйнятним, оскільки від якості отриманої інформації і працездатності усієї системи залежить своєчасність і правильність виконання управлінських рішень. Тому науково-прикладна задача щодо підвищення якості відеоінформаційного сервісу для відомчих інфокомунікаційних мереж в умовах забезпечення заданої конфіденційності набуває особливої важливості для теорії та практики.

Одним із ефективних способів підвищення продуктивності функціонування телекомунікаційних систем щодо надання відеоінформаційних послуг є зменшення інтенсивності потоку відеоданих. Але для відомчих інфокомунікаційних систем обов'язковою вимогою є забезпечення заданого рівня конфіденційності. Для узагальнення показників щодо якості, оперативності та конфіденційності відомчих відеоінформаційних систем автор вводить поняття пропускної спроможності закритого відеоканалу.

Проведений автором дисертації аналіз методів, які використовуються для закриття відеопотоків (до та після кодування), показав, що вони не забезпечують необхідний рівень конфіденційності при заданій якості відео сервісу в умовах виконання відомчих вимог. Тому для забезпечення відомчих вимог, які висуваються для відеоінформаційних систем, необхідно підвищити пропускну спроможність закритого відео каналу. Для цього необхідно створити метод, який би поєднував процеси кодування відеоданих та криптографічного захисту інформації.

Тому тематика дисертаційних досліджень Комолова Дмитра Івановича, що полягає у розробленні методу підвищення пропускної спроможності закритого відеоканалу для відомчих інфокомунікаційних систем, є актуальною.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

У вступі доводиться актуальність тематики дисертаційних досліджень, обґрунтовується мета досліджень, наводиться об'єкт та предмет досліджень, формулюється наукова новизна, практична значимість та достовірність отриманих наукових результатів. Приводяться відомості про особистий внесок автора дисертації у наукових статтях, які виконано у співавторстві.

Перший розділ дисертації направлено на дослідження технологій передачі скритих відеоданих, які використовуються в МВС України. На основі представлених завдань та функцій підрозділів поліції обґрунтовано необхідність застосування відомчих відеоінформаційних ресурсів. Широко розглянуто структуру побудови Єдиної цифрової відомчої телекомунікаційної мережі, яка використовується в МВС України для передачі даних та сеансів відеоконференцзв'язу. Представлено обладнання для систем відомчого відеоконференцзв'язку, в тому числі супутникові, які використовуються в кризових ситуаціях. Проаналізовані проблемні питання під час побудови таких систем. Обґрунтовані основні вимоги, які висуваються до відомчих систем відеоконференцзв'язку на основі всебічного аналізу характеристик Єдиної цифрової відомчої телекомунікаційної мережі. За рахунок викладених вразливостей відомчих інформаційних ресурсів чітко доведено необхідність застосування засобів технічного захисту інформації для забезпечення необхідного рівня конфіденційності у відомчих відеоінформаційних системах.

У другому розділі представлені та проаналізовані різні варіанти закриття відеоінформаційного потоку. Розроблено методологічну базу, за допомогою якої здійснюється оцінка інтенсивності прихованих відеоданих при використанні різних методів шифрування. Завдяки чому обґрунтовано, що найбільш ефективним з точки зору зменшення інтенсивності є селективний метод приховування для відомчих відеоінформаційних систем, де обробка і передача відеоданих здійснюється в реальному часі. Результати експериментів по закриттю базового кадру показали, що відбувається повне руйнування кадру при закритті інформації на етапі дискретного косинусного перетворення блоків зображень. За рахунок чого автор дисертації ґрунтовно показав перспективність обраного напрямку щодо додаткового скорочення надмірності в процесі обробки базового кадру для підвищення пропускної спроможності закритого відеоканалу.

Третій розділ дисертації присвячено розробленню методу підвищення пропускної спроможності закритого відео каналу на основі приховування значимих фрагментів базового відеокадру. Для цього на основі існуючих теоретичних положень створюється метод виявлення найбільш значущих блоків складової яскравості відеокадра за ступенем семантичної і структурної насиченості на основі оцінки інформації, яка міститься у низькочастотних складових трансформанти дискретного косинусного перетворення. Для подальшої інтеграції селективного методу в процес обробки відеопотоку розробляється технологія формування кодової конструкції, яка застосовується лише для значимих структурних одиниць базового кадру. Показано, що в процесі формування кодової конструкції відсутня протиріччя між стандартизованим

алгоритмом кодування та розробленим методом. Для закриття відеопотоку створюється метод сумісності кодової конструкції значимих структурних одиниць базового кадру з алгоритмом блочного симетричного шифрування. Для реконструкції закритого відеопотоку розроблено метод на основі технології диференційованої обробки кадрів.

В четвертому розділі проводиться оцінка пропускну здатності закритого відеоканалу для розробленого методу у порівнянні з існуючими методами. Здійснено експерименти по приховуванню відеоданих, за результатами яких видно, що закриття значимих фрагментів базових кадрів суттєво впливає на весь відеопотік. При цьому забезпечується виконання відомчих вимог щодо конфіденційності, оперативності та достовірності. На основі математичних розрахунків побудовані графіки залежності пропускну здатності закритого відеоканалу від розміру відеокadrів для різних методів їх обробки та графіки залежності пропускну здатності закритого відеоканалу від значень пікового відношення сигнал/шум. Отже, проведенні експериментальні дослідження та математичні розрахунки довели можливість збільшення пропускну здатності закритого відеоканалу та підвищення якості відеоінформаційних послуг у разі застосування розроблених методів.

Достовірність отриманих результатів забезпечується адекватністю результатів відносно значень пропускну спроможності закритого відеоканалу, які отримані відповідно експериментальним шляхом на основі програмної реалізації розроблених автором методів з обробки відео матеріалів та теоретичних результатів отриманих на базі математичної моделі.

Новими науковими результатами, отриманими в дисертації Комолова Д.І. є наступні:

1. Створено метод виявлення значимих фрагментів відеокадру на основі аналізу інформації в трансформанті двовимірного дискретного косинусного перетворення. Метод базується на: визначенні енергетичної значимості для структурних одиниць базового кадру, що складаються з макроблоків повноколірної моделі; вирішальному правилі щодо встановлення значимості макроблоків складової яскравості.

2. Побудовано метод оцінки інформаційної інтенсивності закритого відеопотоку. Даний метод базується на наступних механізмах в процесі оцінки інтенсивності, а саме на тому, що: криптографічному захисту всього відеопотоку підлягають тільки значимі структурні одиниці базового кадру, звідси приріст за інтенсивністю не перевищує 7%; враховується ключовий вплив структурних одиниць базового кадру на процес формування передбачених кадрів відеопотоку.

3. Розроблено метод підвищення пропускну спроможності закритого відеоканалу, який будується на таких базових складових: автоматичній селекції значимих фрагментів відеопотоку на основі каскадних вирішальних правил з використанням інтегрованих оцінок значимості макроблоків структурних одиниць базових кадрів в трансформованому поданні; узгодженні особливостей формування кодових конструкцій відповідно для значимих структурних одиниць кадру і блочного симетричного шифрування без внесення додаткової надмірності.

4. Створено метод реконструкції закритого відеоінформаційного потоку на

основі селективної обробки і закритті ключових фрагментів, що представляють відомчий інтерес. Цей метод базується на проведенні ідентифікації закритих структурних одиниць базового кадру на основі використання встановлених міток та диференційованій обробці структурних одиниць в процесі відновлення базових кадрів з урахуванням наявності механізму криптографічного шифрування значимих фрагментів.

Практична значимість отриманих результатів дисертації підтверджується їх застосуванням при побудові відомчої системи відеоконференцзв'язку в Головному управлінні Національної поліції в Харківській області.

Практична значимість отриманих автором результатів полягає у впровадженні технології підвищення пропускної здатності закритого відеоканалу у відомчі інфокомунікаційні системи, і при цьому дозволяє:

1. Приховати до 90% семантично значимих областей відеодокументів, що представляють оперативний інтерес. Це забезпечує виконання відомчих вимог по конфіденційності відеоінформаційного потоку. При цьому приховуванню підлягає від 40% до 80% структурних одиниць базового відеокадру в залежності від його семантичної складності.

2. Забезпечити значення пропускної здатності закритого відеоканалу 381 Мбіт/с при використанні формату Full HD в разі, коли забезпечується нижній рівень пікового відношення сигнал/шум. Тут забезпечується виконання вимог по оперативній передачі відеоінформаційні ресурсу в єдиній відомчій цифровій телекомунікаційній мережі для низькошвидкісних каналів зв'язку.

3. Забезпечити значення пропускної здатності закритого відеоканалу 407 Мбіт/с (25,6 кадрів/с в перерахунку на вихідний відеопотік) і 397, 5 Мбіт/с (24,9 кадрів/с в перерахунку на вихідний відеопотік) для відео допустимої в форматі Full HD в разі, коли забезпечується верхній рівень пікового відношення сигнал/шум. Це дозволяє виконати відомчі вимоги щодо оперативності передачі в умовах підвищеної частоти кадрів. При цьому якість відновлених відеоданих вище, ніж при використанні інших методів приховування.

4. Підвищити пропускну спроможність закритого відеоканалу в середньому на 53% в порівнянні з пропускну спроможністю закритого відеоканалу в разі використання відомих методів кодування відеоданих з подальшим їх шифруванням, і підвищується на 40% в порівнянні з пропускну спроможністю закритого відеоканалу в разі застосування існуючих методів на основі селекції всіх структурних одиниць базового відеокадру.

Завершеність, стиль викладання, публікації

Дисертаційна робота Комолова Д.І. є завершеною науково-дослідною роботою, виконаною і оформленою відповідно до вимог, затверджених ДАК України. Дисертаційна робота написана зрозуміло та грамотно, науково-технічна термінологія використовується коректно і логічно.

Структура та зміст автореферату повністю відповідають тексту дисертаційної роботи.

Публікації. За темою дисертації автором самостійно та у співавторстві опубліковано 23 наукових праці. Основні положення дисертації опубліковано в 10 статтях, з яких 1 написана автором самостійно, а також у 13 матеріалах і тезах

доповідей на конференціях. Усі статті опубліковані в журналах і збірниках наукових праць, що входять до переліку видань, прийнятих на Україні для публікацій матеріалів дисертації з технічних наук.

Відповідність змісту автореферату основним положенням дисертації

Оформлення автореферату за обсягом, структурою та змістом відповідає чинним вимогам. Основний зміст автореферату ідентичний змісту основних положень дисертації.

Недоліки та зауваження

1. В дисертації не розкрито питання щодо складності апаратної реалізації розробленого методу. Не зрозуміло яку технологічну архітектуру найкраще використовувати у разі реалізації розробленого методу щодо кодування відеопотоку. На мій погляд це обмежує можливість у повному обсязі оцінити вигравш за рахунок інтеграції селективних методів закриття відеоданих у відомчій апаратурі супутникового зв'язку.

2. В дисертаційних дослідженнях не наведено відомостей щодо вразливостей кодових конструкцій закритого відеопотоку відносно дій кібератак. Саме не проаналізовано вплив DDOS-атак в відомчих телекомунікаційних системах на характеристики трафіку.

3. В дисертації недостатньо проведено дослідження відносно стійкості закритого кодованого потоку для розробленого методу щодо дії помилок в каналі зв'язку. Це б надало можливість оцінити цілісність відеоінформаційного ресурсу з врахуванням його приховування.

4. Не представлені порівняльні оцінки для розробленого методу та існуючих методів закриття відеоданих відносно часу оброблення відеопотоку з урахуванням селекції значимих фрагментів. На мою думку це б дало можливість більш детально оцінити додаткові напрямки для підвищення ефективності обробки відеопотоків.

Проте виявлені недоліки не є суттєвими, та не знижують загальної позитивної оцінки відносно науково-прикладних результатів досліджень.

Загальні висновки

Дисертація Комолова Дмитра Івановича є закінченою науковою роботою, що містить рішення актуальної науково-прикладної задачі. Здобувач отримав нові науково-обґрунтовані результати. Тема та зміст дисертаційної роботи відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. Дисертація відповідає вимогам пп. 9, 10 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, які ставляться до кандидатських дисертацій, та відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 - телекомунікаційні системи та мережі, а її автор Комолов Дмитро Іванович заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук.

Офіційний опонент,
доцент кафедри телекомунікацій
Національного університету
«Львівська політехніка»,
доктор технічних наук



Підпис засвідчує
Вчений секретар

Б.М. СТРИХАЛЮК

[Handwritten signature]
Р.Бурмисевська